

## **Análisis del impacto ambiental de los agroquímicos usados en el cultivo de Cacao CCN-51 (*Theobroma cacao L.*) en la comunidad El Encanto del Cantón San Lorenzo, Ecuador**

### **Analysis of the environmental impact of agrochemicals used in the cultivation of CCN-51 cocoa (*Theobroma cacao L.*) in the El Encanto community of San Lorenzo Canton, Ecuador**

---

**Para citar este trabajo:**

Troya, N., Análisis del impacto ambiental de los agroquímicos usados en el cultivo de Cacao CCN-51 (*Theobroma cacao L.*) en la comunidad El Encanto del Cantón San Lorenzo, Ecuador. *Reincisol*, 3(5), pp. xxx-xxx. [https://doi.org/10.59282/reincisol.Vx\(x\)xxx-xxx](https://doi.org/10.59282/reincisol.Vx(x)xxx-xxx)

---

#### **Autores:**

**Nuvia Lisbeth Troya Medina**

Instituto Superior Tecnológico Alberto Enríquez

Ciudad: San Lorenzo, País: Ecuador

Correo Institucional: [ntroya@institutos.gob.ec](mailto:ntroya@institutos.gob.ec)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2974-1289>

**RECIBIDO:** 8 enero 2024

**ACEPTADO:** 28 marzo 2024

**PUBLICADO** 14 abril 2024

### Resumen

El cultivo de cacao representa un pilar fundamental de la economía ecuatoriana, especialmente con la variedad CCN-51 (*Theobroma cacao L.*), sin embargo, el uso indiscriminado de agroquímicos en el proceso productivo de esta variedad de cacao está vinculado a la generación de daños progresivos en el medio ambiente. Ante ello, surgió la necesidad de analizar el impacto al ambiente de los agroquímicos empleados en la producción Cacao CCN-51 en la comunidad El Encanto del Cantón San Lorenzo en Ecuador considerando que es el centro de la economía local. Se consideró que es una investigación básica, no experimental, por lo que en primer lugar, se evaluó la percepción de la comunidad sobre el uso de agroquímicos en el cultivo de Cacao CCN-51 mediante la de encuestas a 150 productores cacaoteros locales. Luego se determinó el impacto ambiental de los agroquímicos empleados en el cultivo de Cacao CCN-51 a través de la matriz Conesa-Fernández y por último se propuso estrategias de buenas prácticas agrícolas para minimizar el impacto ambiental de los agroquímicos en el proceso de cultivo de Cacao CCN-51. Como principales resultados se obtuvo que existe un alto interés por parte de los agricultores (90,7%) en cultivar con métodos más sostenibles para el medio ambiente, además a partir de la matriz se identificaron 3 impactos ambientales severos, 6 moderados, 1 bajo y 5 positivos, con ello dentro de las principales estrategias de minimización de los impactos identificados está la educación ambiental y manejo de prácticas alternativas sostenibles.

**Palabras claves:** Agroquímicos; Impacto Ambiental; Cacao CCN-51.

### Abstract

Cocoa cultivation represents a fundamental pillar of the Ecuadorian economy, especially with the CCN-51 variety (*Theobroma cacao L.*), however, the indiscriminate use of agrochemicals in the production process of this cocoa variety is linked to the generation of progressive damage to the environment. In view of this, the opportunity arose to evaluate the environmental impact of the agrochemicals used in the cultivation of CCN-51 Cocoa in the El Encanto community of the San Lorenzo Canton in Ecuador, considering that it is the center of the local economy. It was considered that it is a basic, non-experimental research, so firstly, the community's perception on the use of agrochemicals in the cultivation of CCN-51 Cocoa was evaluated by applying surveys to 150 local cocoa producers. The environmental impact of agrochemicals used in the cultivation of CCN-51 cocoa was then determined through the Conesa-Fernández matrix and finally, strategies for good agricultural practices were proposed to minimize the environmental impact of agrochemicals in the cultivation process of CCN-51 cocoa. The main results were that there is a high interest on the part of farmers (90.7%) in cultivating with more sustainable methods for the environment. In addition, from the matrix, 3 severe environmental impacts, 6 moderate, 1 low and 5 positive were identified. Therefore, within the main strategies for minimizing the identified impacts is environmental education and management of sustainable alternative practices.

**Keywords:** Agrochemicals; Environmental Impact; CCN-51 cocoa.

## INTRODUCCIÓN

Las prácticas agrícolas intensivas han permitido el desarrollo económico de numerosas comunidades rurales, entre ellas las del El Encanto, cantón San Lorenzo, que cultiva cacao CCN-51 (*Theobroma cacao L.*). Esta variedad de cacao permitió a los agricultores aumentar sus ingresos y fortalecer la economía local. Sin embargo, el uso descontrolado de agroquímicos en estos sistemas ha generado importantes externalidades ambientales, considerados como una amenaza para el bienestar de los ecosistemas y de las comunidades. Varios estudios advierten de los efectos negativos de esta práctica, enfatizando la necesidad de una gestión más consciente y sostenible (Segrelles, 2018).

El cultivo de cacao representa un pilar fundamental de la economía ecuatoriana, especialmente en las provincias costeras donde las variedades CCN-51 y Nacional son valoradas por su calidad y fino aroma. Esta actividad genera empleos con énfasis en la población rural del país, lo que representa el 5% de la población económicamente activa a nivel nacional y el 15% en espacios rurales, acorde a datos estructurados del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (Díaz, 2020). La estructura de producción del cacao en Ecuador está liderada por los agricultores pequeños que en el cantón San Lorenzo está dominada por el 70% de la superficie cultivada (Peralta y Montero, 2019). Sin embargo, este crecimiento ha estado acompañado de desafíos ambientales, especialmente en el manejo de los agroquímicos, en donde la aplicación no adecuada empezó a afectar tanto al suelo como a los ecosistemas circundantes (Campos y Sarango, 2020).

El uso indiscriminado de agroquímicos en la producción de cacao está vinculado al progresivo daño y estructura de la tierra y minimización de la biodiversidad, como se documenta en estudios recientes (Armas y Portocarrero, 2021). Estos productos no sólo afectan la composición y salud de los suelos, sino que también generan contaminación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, lo que pone en peligro la seguridad alimentaria y la calidad del agua disponible para la población.

comunidad (Díaz y Aguilar, 2018). Ante este panorama, es fundamental abordar el manejo de agroquímicos con un enfoque holístico, aplicando buenas prácticas agrícolas para mitigar los efectos perjudiciales al ambiente y la salud (Quispe, 2017).

El cultivo de cacao CCN-51 representa un papel relevante en el desarrollo económico de comunidades como El Encanto, pero su crecimiento ha estado acompañado de un uso arraigado de agroquímicos que generan importantes impactos ambientales y sociales. Esta investigación fue necesaria para comprender estos efectos negativos y buscar alternativas sostenibles que equilibren la producción agrícola con la protección ambiental y la salud de los habitantes locales y no locales (González et al., 2024). Para el desarrollo de la investigación se alcanzaron los siguientes objetivos: (1) Evaluar la percepción de la comunidad sobre el uso de agroquímicos en el cultivo de Cacao CCN-51 mediante la aplicación de encuestas a los habitantes de la comunidad El Encanto del Cantón San Lorenzo; (2) Determinar el impacto ambiental de los agroquímicos utilizados en la producción de Cacao CCN-51 a través de la matriz Conesa-Fernández en la comunidad El Encanto del Cantón San Lorenzo; (3) Proponer estrategias de buenas prácticas agrícolas para minimizar el impacto ambiental de los agroquímicos en el proceso de cultivo de Cacao CCN-51.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente investigación fue básica de tipo no experimental, desarrollada bajo un enfoque cualitativo y cuantitativo que implicó un proceso de recolección de información para posterior análisis con método inductivo y deductivo. Para el desarrollo de la investigación se utilizaron algunas herramientas y métodos descritos a continuación.

### **Evaluación de la percepción de la comunidad sobre el uso de agroquímicos en el cultivo de Cacao CCN-51**

Para evaluar la relación entre el uso de agroquímicos en cultivos de cacao CCN-51 y su impacto ambiental se creó un cuestionario de 20 preguntas. Este cuestionario

se dividió en tres secciones: la primera trataba de aspectos sociales como género, edad y nivel educativo de los agricultores; el segundo se centra en el conocimiento general sobre los efectos del uso de agroquímicos en el cultivo del cacao CCN-51; y el tercero evaluó la disposición de los agricultores a recibir formación en educación ambiental (Jiménez et al., 2020).

Las respuestas fueron organizadas con la escala tipo Likert que va del 1 al 5, donde 1 fue “Muy en desacuerdo” y 5 “Ligeramente de acuerdo” (González y Pazmiño, 2015), lo que permite establecer la percepción de la cantidad de encuestados. Para determinar el tamaño de muestra adecuado, se aplicó una fórmula de tamaño de muestra y se realizaron encuestas entre agricultores utilizando Google Forms, con asistencia personal para quienes la necesitaban, facilitando así un análisis más preciso de los datos recopilados. Una vez recibidas las respuestas, los datos se organizaron en una hoja de Excel y luego fueron analizados con el software estadístico IBM SPSS.

Para garantizar la confiabilidad del cuestionario se determinó el coeficiente Alfa de Cronbach, siendo aceptable el valor superior a 0,70 (González y Pazmiño, 2015). Además, se utilizó el análisis de componentes principales (ACP) para eliminar variables inconsistentes, sin comprometer la estructura del cuestionario. Por último, para evaluar la viabilidad del análisis factorial se realizaron la prueba de esfericidad Bartlett junto al índice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). Un KMO de más de 0,5 se consideró aceptable, y el valor p de la prueba de Bartlett de menos de 0,05 demostró la fiabilidad del análisis factorial (Costales et al. , 2022).

### **Determinación del impacto ambiental de los agroquímicos utilizados en el cultivo de Cacao CCN-51**

Para determinar el impacto ambiental de los agroquímicos utilizados en el cultivo de cacao CCN-51, se comenzó identificando los productos químicos más utilizados en la zona. Esta identificación se complementó con la revisión de fuentes secundarias, tales como revistas especializadas y páginas institucionales, como las del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Además, se realizaron análisis de suelo y agua con el fin de obtener una visión más clara del estado actual del entorno

en el que se cultiva el cacao. Estos datos fueron fundamentales para comprender la magnitud del impacto ambiental generado por los agroquímicos utilizados en la zona.

La evaluación del impacto ambiental se realizó con la matriz de impactos ambientales de Conesa Fernández (Tabla 1). Esta herramienta permite una evaluación cuantitativa basada en valores cualitativos, analizando la interacción entre las actividades agrícolas, como el uso de agroquímicos, y los efectos ambientales. En el caso específico del cultivo de cacao, se evaluó el impacto causado por el uso de agroquímicos, considerando diversos atributos como la intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad y acumulación de los efectos. Según Conesa Fernández-Vítora (1993), los impactos se evalúan utilizando una fórmula que asigna valores numéricos a estas variables, generando un valor final que indica la importancia del impacto ambiental en una escala de 0 a 100.

**Tabla 1**

*Escala de calificación de impactos ambientales*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Naturaleza (N)	Impacto beneficioso	+
	Impacto perjudicial	-
Intensidad (I) (Grado de destrucción)	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy alta	8
	Total	12
Extensión (EX) (Área de influencia)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	4
	Total	8
	Crítica (+ adicional)	+4
Momento (MO) (Plazo de manifestación)	Largo plazo	1
	Mediano plazo	2

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
	Inmediato	4
	Crítico (+ adicional)	+4
Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
	Medio plazo	2
	Irreversible	4
Sinergia (SI) (Potenciación de la manifestación)	Sin sinergismo (simple)	1
	Sinérgico	2
	Muy sinérgico	4
Acumulación (AC) (Incremento progresivo)	Simple	1
	Acumulativo	4
Efecto (EF) (Relación causa-efecto)	Indirecto (secundario)	1
	Directo	4
Periodicidad (PR) (Regularidad de la manifestación)	Irregular o aperiódico	1
	Discontinuo	2
	Periódico	4
Recuperabilidad (MC)	Recuperación inmediata	1
	Recuperable	2
	Mitigable	4
	Irrecuperable	8

*Nota.* Adaptado de Conesa Fernández-Vitora (1993).

El valor de la importancia del impacto o efecto sobre el medio se obtiene con la aplicación de la fórmula 1:

$$I = N [3IN + 2EX + MO + RV + AC + PE + EF + SI + MC + PR]$$

Luego de aplicar los valores de la matriz, los impactos ambientales se clasificaron en críticos (superiores a 75), graves (entre 50 y 75), moderados (entre 25 y 50) y

bajos (inferiores a 25). Este análisis permitió identificar los impactos más importantes relacionados con el uso de agroquímicos en los cultivos de cacao, lo que facilita la decisión de mitigar los efectos negativos sobre el medio ambiente y orientar el manejo sostenible del suelo y agua en la región.

### **Propuesta de estrategias sobre buenas prácticas agrícolas para minimizar el impacto ambiental de los agroquímicos**

Con base en los resultados obtenidos durante el relevamiento y análisis de impacto ambiental, se desarrollaron estrategias de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para mitigar el impacto negativo de los agroquímicos en los cultivos de cacao CCN-51. Estas estrategias brindan orientación para abordar problemas ambientales clave identificados en la comunidad, enfocándose en prácticas sostenibles de control de plagas y fertilización. Para implementarlo, se recopilan colecciones de información general, como manuales de BPA y materiales educativos como folletos y diapositivas. Además, se planificaron talleres y seminarios para agricultores, los cuales se llevaron a cabo en centros comunitarios o áreas locales adecuadas, asegurando una distribución efectiva y la participación de los agricultores (González et al., 2020).

## **RESULTADOS**

### **Evaluación de la percepción de la comunidad sobre el uso de agroquímicos en el cultivo de Cacao CCN-51**

El presente estudio, centrado en las percepciones de los productores de cacao del Cantón San Lorenzo sobre el uso de agroquímicos en los cultivos de cacao CCN-51, revela una importante preocupación respecto de los impactos ambientales asociados a estas sustancias. Los resultados obtenidos de una encuesta realizada entre 130 agricultores se organizan en tres ejes principales: la percepción de los productos agroquímicos, las causas y efectos percibidos y la voluntad de adoptar prácticas agrícolas sostenibles.

#### **Componente 1: Percepción de los agricultores sobre los agroquímicos**

Los resultados muestran una amplia conciencia entre los agricultores sobre la relación entre el uso de agroquímicos y la disminución de la biodiversidad (82,3%). Asimismo, una abrumadora mayoría (89,2%) reconoce los efectos nocivos de estas sustancias sobre la calidad del suelo y del agua. Estos resultados son consistentes con estudios previos que documentan los impactos negativos de los agroquímicos en los ecosistemas.

### **Componente 2: Causas y efectos percibidos del uso de agroquímicos**

En cuanto a las causas del uso de agroquímicos, los agricultores identifican la lucha contra plagas y enfermedades principalmente como una escoba de bruja. Sin embargo, se señala que una proporción alta de los encuestados (90,7%) reconoce la contribución de los agroquímicos al cambio climático, lo que demuestra una conciencia cada vez mayor sobre sus impactos a escala global.

### **Componente 3: Disposición hacia prácticas agrícolas sostenibles**

Los resultados muestran una tendencia favorable entre los agricultores a adoptar prácticas agrícolas más sostenibles. El 90,7% de los encuestados manifestó interés en la implementación de medidas de manejo y conservación, como el uso de fertilizantes orgánicos. Además, una gran mayoría (96,1%) considera que se necesita más información sobre los efectos del uso excesivo de agroquímicos.

### **Determinación del impacto ambiental de los agroquímicos utilizados en el cultivo de cacao CCN-51.**

La actual investigación sobre las consecuencias ambientales del uso de agroquímicos para cultivar cacao CCN-51 en la región El Encanto, cantón San Lorenzo, reveló una variedad de efectos dependiendo del nivel de importancia que está relacionado a la magnitud del impacto observado, ello se ha categorizado con base en los resultados presentados en la Tabla 2.

### **Impactos ambientales severos**

#### **Alteración de las propiedades fisico-químicas del suelo:**

Se descubrió que el empleo de agroquímicos resulta en una alteración significativa de las características físicas y químicas del suelo, provocando una disminución de su estructura y fertilidad. El impacto determinado como severo (-57), compromete la capacidad del suelo para sostener la producción agrícola a largo plazo está comprometida, al igual que la biodiversidad edáfica y la estabilidad ecológica de los ecosistemas.

#### **Contaminación de las aguas superficiales:**

La descarga de agroquímicos en cuerpos de agua cercanos es otro problema importante (-67), lo que da como resultado un impacto directo en la calidad de las aguas superficiales y la vulnerabilidad potencial tanto de los ecosistemas acuáticos como de las comunidades humanas que dependen de estos recursos para el consumo y la agricultura. El uso de pesticidas y fertilizantes conduce a la eutrofización y a una disminución de la biodiversidad en las masas de agua.

#### **Afectación a la flora local:**

El uso extensivo de agroquímicos (-56) ha causado daños a las especies vegetales locales. La alteración de las condiciones naturales del suelo y la competencia con las especies cultivadas da como resultado una disminución de la diversidad vegetal, lo que dificulta la regeneración natural de la vegetación y pone en riesgo la estabilidad ecológica local.

#### **Impactos ambientales moderados**

##### **Alteración de la calidad del aire:**

Se determinó como moderado (-34) el impacto sobre el clima local, relacionado con la emisión de gases resultantes del uso de maquinaria agrícola y la volatilización de determinados químicos agrícolas. A pesar de no representar un impacto crítico, contribuye a la disminución de la calidad del aire, impactando gradualmente los procesos atmosféricos locales y la población circundante.

##### **Desaparición de especies de fauna terrestre:**

La investigación demostró un impacto de tipo moderado (-31) en la fauna terrestre, provocado por la ausencia de hábitats adecuados y la exposición directa a sustancias nocivas encontradas en agroquímicos. La disminución de la diversidad de especies locales resulta en una pérdida de equilibrio entre depredadores y presas, lo que afecta los ciclos biológicos esenciales del ecosistema.

La alteración de la dinámica de los ecosistemas y los procesos ecológicos clave se consideran impactos moderados que pueden resultar en efectos acumulativos a largo plazo.

### **Impactos ambientales bajos**

#### **Modificación leve en la biodiversidad:**

El bajo impacto clasificado con -10 indica que el impacto de las prácticas agrícolas en ciertas especies del ecosistema no es tan severo como parece, pero la resiliencia de ciertos componentes biológicos ayuda a mitigar los efectos negativos. El alcance de los cambios en la biodiversidad es relativamente pequeño en comparación con otros factores examinados.

### **Impactos ambientales positivos**

Aunque algunos aspectos demostraron impactos negativos, también se identificaron cinco efectos positivos relacionados con la utilización controlada de agroquímicos y de la aceptación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Destacando la mejora de la economía relacionado a su vez con la mayor producción del cacao CCN-51 en el sector gracias al empleo de fertilizantes químicos y pesticidas que permiten un desarrollo más rápido y adecuado.

### **Tabla 2**

*Evaluación del impacto ambiental por el uso de agroquímicos en el cultivo de Cacao CCN-51.*

CALIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES	CALIF.	IMPORTANCIA
--------------------------------------	--------	-------------

FACTORES	COMPONENTES AMBIENTALES	IMPACTO AMBIENTAL	N I N E M P P A E R M S I													
			N	I	N	E	M	P	P	A	E	R	M		S	I
ABIÓTICOS	Suelo	Alteración en las propiedades físicas y químicas (pH, MO)	-1	8	4	4	4	4	4	4	4	2	2	1	-57	SEVERO
	Agua	Contaminación de las aguas superficiales	-1	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	1	-67	SEVERO
		Afectación de riqueza ictiológica	-1	4	4	4	4	2	2	4	4	2	1	-43	MODERADO	
	Climatología	Alteración de la calidad del aire por la emisión de gases	-1	4	4	4	2	2	2	1	1	1	1	-34	MODERADO	
		Generación de malos olores	-1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	-22	BAJO	
BIÓTICOS	Flora	Estabilidad ambiental para establecimiento de nuevos hábitats	-1	4	8	4	2	4	4	4	4	2	4	-56	SEVERO	
		Desaparición de especies locales	-1	4	2	4	2	4	4	4	4	4	4	-46	MODERADO	
		Evolución de hábitats y ecosistemas naturales	-1	4	2	2	2	2	4	4	2	2	4	-38	MODERADO	

**Análisis del impacto ambiental de los agroquímicos usados en el cultivo de Cacao CCN-51 (*Theobroma cacao L.*) en la comunidad El Encanto del Cantón San Lorenzo, Ecuador.**

S O C I O E C O N Ó M I C O	Fa un a ter res tre	Desaparición de especies locales	-1	2	1	2	4	4	4	4	2	2	1	-31	MODERADO
	Ser vici os	Intoxicaciones por exposición a los agroquímicos	-1	4	1	4	4	4	2	2	2	2	4	-38	MODERADO
	Act ivid ade s pro du ctiv as	Fortalecimiento de la oferta agropecuaria	1	4	2	4	4	2	2	2	4	2	1	37	POSITIVO
	Ec on om ía de la reg ión	Mayor producción	1	8	2	4	4	2	2	4	4	2	1	51	POSITIVO
		Seguridad alimentaria	1	4	2	4	4	2	2	2	4	2	1	37	POSITIVO
		Mejora de la economía de mercado (local, regional, etc).	1	4	8	4	4	4	2	4	4	2	1	53	POSITIVO
	Em ple o	Generación de empleo rentable sostenido	1	4	8	4	4	2	2	2	4	2	1	49	POSITIVO

**Estrategias basadas en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para minimizar el impacto ambiental de los agroquímicos**

Con base a los impactos identificados se procedió a desarrollar un plan de implementación de BPA para minimizar el impacto ambiental de los agroquímicos dentro del recinto El Encanto.

**Tabla 3**

*Plan de implementación de buenas prácticas agrícolas para disminuir el impacto ambiental de los agroquímicos*

<p>Implementar un conjunto de estrategias que reduzcan o mitiguen los impactos causados por el empleo de agroquímicos en el cultivo de cacao CCN-51 en el recinto El Encanto, cantón San Lorenzo, mejorando la sostenibilidad ambiental y garantizando la productividad.</p>					
<b>Objetivo</b>					
<b>Estrategia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo estimado</b>	<b>Plazo de desarrollo</b>	<b>Recursos</b>	<b>Responsables</b>
Rotación de cultivos y policultivo	Introducción de cultivos rotativos y asociaciones de ellos para propender a la mejora de la salud del suelo y minimizar la dependencia a los agroquímicos	\$3500	1-3- años	Semillas y plántulas, herramientas agrícolas, asesorías y capacitaciones.	Asociaciones de productores agrícolas, GAD Municipal
Compost y fertilizantes orgánicos	Sustitución de fertilizantes químicos por compost y abonos orgánicos para mejorar la estructura del suelo de forma progresiva	\$2800	1-2 años	Equipos de compostaje, sistemas de control de temperatura, contenedores o pilas de compostaje.	Agricultores cacaoteros locales y técnicos del MAG
Manejo Integrado de Plagas	Empleo de control biológico y prácticas de manejo para minimizar la dependencia a pesticidas o acaricidas.	\$3400	1 año	Capacitaciones y adquisición de agentes biológicos.	Técnicos del MAATE y MAG
Barreras vegetales y biofiltros	Plantación de barreras vegetales y elaboración de zanjas de infiltración para disminuir la escorrentía de agroquímicos hacia cuerpos de agua directamente	\$2000	1-2 años	Instalación de biofiltros y barreras.	Agricultores cacaoteros locales, técnicos del MAG
Monitoreo y educación agrícola	Capacitación continua de los agricultores cacaoteros del sector y establecimiento de sistemas para monitoreo del suelo, agua y biodiversidad circundante	\$2300	1 año	Análisis de agua, suelo, trampas Biofill y equipos de monitoreo	Instituciones educativas aledañas y ONGs.

## DISCUSIÓN

Los hallazgos del presente estudio sobre el empleo de agroquímicos en los cultivos de cacao CCN-51 en el recinto El Encanto del Cantón San Lorenzo permitieron conocer el aumento de la conciencia de los productores sobre los efectos ambientales negativos de estos agroquímicos en búsqueda de mayor producción en menor tiempo. Los resultados presentaron que una gran parte de los agricultores cacaoteros (89,2%) son conscientes de los efectos dañinos que generan los agroquímicos sobre el suelo y el agua. Dichas evidencias se alinean con investigaciones previas que demuestran la incidencia de los agroquímicos como el Glifosato, Tebuconazol, Paragat, entre otros, en todas las etapas del proceso productivo del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) como un agente de contaminación directa e indirecta para el medio (Greenfooding, 2021).

Se ha determinado que las consecuencias ambientales del uso de agroquímicos en la producción de cacao CCN-51 en Ecuador son alarmantes, ya que estudios previos también han demostrado que estas prácticas no son sostenibles. La contaminación de aguas superficiales y la degradación de suelos, que se clasifican como impactos severos, coinciden con lo reportado por Tinoco-Jaramillo et al. (2021), que destaca que la escorrentía de agroquímicos, incluido el glifosato, contribuye significativamente a la eutrofización de las aguas superficiales y a la pérdida de biodiversidad acuática. De manera similar, Hosseinzadeh y Kiehbardroudzadeh (2022) señalan que tales efectos deben reducirse mediante la adopción de prácticas de gestión sostenible que reduzcan el uso excesivo de insumos químicos.

La emisión de gases y pesticidas volatilizados tienen impactos moderados en la calidad del aire, lo que concuerda con investigaciones sobre los efectos atmosféricos de los agroquímicos en áreas de producción agrícola intensiva (Benítez, 2020). Además, la extinción de especies de fauna terrestre, provocada por la pérdida de hábitat y la exposición a químicos, destaca la necesidad de considerar estrategias que preserven la biodiversidad y aumenten la productividad agrícola (Valenzuela et al., 2024). De esto surge la dificultad para determinar políticas de

gestión que aborden tanto la sostenibilidad ecológica como las necesidades productivas.

Por el contrario, los efectos positivos observados, como la estabilización del suelo y una mayor biodiversidad en áreas manejadas de manera sostenible, respaldan la efectividad de los sistemas agroforestales y las prácticas sostenibles en el cultivo de cacao, como lo proponen Tinoco-Jaramillo et al. (2021). La adopción de estas prácticas no solo disminuye el daño ambiental, sino que también mejora la resiliencia de los ecosistemas agrícolas. Por lo tanto, es fundamental adoptar métodos de producción respetuosos con el medio ambiente para garantizar una producción sostenible durante muchos años.

### **CONCLUSIÓN**

Con la evaluación de la percepción general de los productores cacaoteros del Cantón San Lorenzo sobre el uso de agroquímicos en el cultivo de cacao CCN-51 se obtuvo que ellos presentan una alta percepción de los impactos ambientales que se presentan al usar agroquímicos en sus cultivos, tanto positivos como negativos, entre ellos, la disminución de la biodiversidad y la degradación del suelo y agua, generando a su vez un fuerte interés (90,7%) en cultivar con métodos más sostenibles para el medio ambiente y a su vez reconocen la necesidad de mayor acceso a la información sobre las consecuencias del uso de agroquímicos así como las alternativas.

A partir de la evaluación de los impactos ambientales del uso de agroquímicos en el cultivo de cacao CCN-51 en el recinto El Encanto demuestra que dichas sustancias poseen consecuencias severas, moderadas, bajas en algunos aspectos sobre el suelo, el agua y la biodiversidad, involucrando la sostenibilidad ambiental del lugar. Tanto la afectación a la estructura del suelo como la contaminación de riachuelos, ríos y demás cuerpos de agua, junto a la disminución de la flora del lugar, resaltan la necesidad de adoptar prácticas agrícolas más sustentables en el proceso productivo. Adicionalmente, los impactos moderados se reflejaron en la calidad del aire y la fauna terrestre destacando la necesidad de un manejo integral

que incluya la minimización del uso de agroquímicos y la motivación al uso de prácticas amigables con el entorno para preservar tanto la productividad agrícola como el equilibrio ecológico.

La implementación de prácticas agrícolas más sustentables, como los es la rotación de cultivos y el empleo de compost fueron las estrategias que resaltaron dentro de la planificación para disminuir el impacto ambiental por el uso de agroquímicos en el proceso productivo de cacao CCN-51 en el recinto El Encanto, especificando los recursos materiales, técnicos y humanos adecuados. Las estrategias fueron diseñadas para mejorar la calidad del suelo, agua, fauna y flora circundante de modo que se garantice la sostenibilidad productiva en un plazo estimado como máximo de 3 años.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Acuña, S. R., & Gonzáles, D. (2021). Impacto ambiental del suelo del cultivo de arroz por uso de plaguicidas, con remediación de miel de cacao, Tarapoto, 2021. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75235>
- Armas, R., & Portocarrero, K. (2021). Revisión Sistemática: Sostenibilidad de Agroecosistemas de cacao (*Theobroma Cacao*). <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70052>
- Aroca, I. A., Guerrero, J., & Muñoz, E. G. (2022). Participación de la mujer en la cadena de valor del maíz amarillo: caso Manabí, Ecuador. *Semestre Económico*, 25(58). [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-63462022000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-63462022000100005&script=sci_arttext)
- Benítez, M. (2020). Implementation of sustainable farming practices by cocoa farmers in Ecuador and Uganda: the influence of value chain factors. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 20. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00123>
- Campos, O., & Sarang, O. (2020). Uso de Plaguicidas Agrícolas y Contaminación de Suelos en el Distrito de Bellavista– Jaén. *Universidad Nacional de Jaén*. <http://localhost/jspui/handle/UNJ/179>

- Chunga Quispe, A. K., & Chunga Quispe, J. J. (2022). Revisión sistemática de estudios de evaluación del impacto ambiental que utilizan la matriz leopoldo y conesa como herramientas.
- Cortés, M. E. C., Villar, N. M., León, M. I., & Iglesias, M. C. (2020). Algunas consideraciones para el cálculo del tamaño muestral en investigaciones de las Ciencias Médicas. *MediSur*, 18(5), 937-942. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=99562>
- Costales, J., Catulay, J. J. J., Costales, J., & Bermudez, N. (2022, May). Kaiser-Meyer-Olkin factor analysis: a quantitative approach on mobile gaming addiction using random forest classifier. In *Proceedings of the 6th international conference on information system and data mining* (pp. 18-24). <https://doi.org/10.1145/3546157.3546161>
- Díaz, J. M. (2020). Agroquímicos (Troya, Caporal) y su impacto ambiental en suelos de cultivo de arroz en el sector la Florida. <https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/3865>
- Díaz, O. S., Ruiz, Y., & Maldonado, M. (2020). Fungicidas e Inductores para el control de enfermedades en cacao (*Theobroma Cacao* L.) en el Ecuador. *Revista Pertinencia Académica*. ISSN 2588-1019, 4(4), 36-46. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/rpa/article/view/2530>
- Díaz, O., & Aguilar, D. (2018). Los pesticidas; clasificación, necesidad de un manejo integrado y alternativas para reducir su consumo indebido: Una revisión. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(2), 14-30.
- González Alonso, J., & Pazmiño Santacruz, M. (2015). Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. *Revista publicando*, 2(1), 62-67. <https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/42382>
- González, B. D. C. R., Rocha, M. L., & Pérez-Vidal, H. (2024). Contaminación y deficiencia de la calidad por uso de suelos agrícolas: una revisión cualitativa. *Journal of Basic Sciences*, 10(27), 58-64. <https://revistas.ujat.mx/index.php/jobs/article/view/6331>

- Hosseinzadeh, H., & Kiehbardroudinezhad, M. (2022). Environmental impacts of chocolate production and consumption. *Trends in sustainable chocolate production*, 229-258. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-90169-1\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-90169-1_7)
- Jiménez, S. L. R., Castillo, A. J. R., Alfonso, L. F., & González, S. B. J. (2020). La sostenibilidad agroecológica en la formación de los ingenieros agrónomos. Aportes para una educación ambiental. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 3(1), 42-50. <https://rias.unesum.edu.ec/index.php/revista/article/view/73>
- Lorenzo-Seva, U., & Ferrando, P. J. (2021). MSA: The forgotten index for identifying inappropriate items before computing exploratory item factor analysis. *Methodology*, 17(4), 296-306. <https://meth.psychopen.eu/index.php/meth/article/view/7185>
- Mantuano, M., y Zambrano, F. (2023). Efecto de la aplicación de vermicompost en el comportamiento agronómico de diversos cultivos. *Biotempo*, 20(2), 285-296. <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo/article/view/5742>
- Peralta, S. L. P., & Montero, A. C. (2019). Estimación del costo de reparación del daño ambiental en el suelo de cacao en la provincia de Cotopaxi-Ecuador. *Revista Científica Ecociencia*, 6(1), 1-16.
- Quispe, R. (2017). Manejo de agroquímicos en cultivos de cacao, café y coca en el distrito de Sivia, 550 msnm. Huanta, Ayacucho. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/cae27f45-ac75-43d3-9f00-c27577404b40>
- Rubio, D. (2019). *Diagnóstico de los Impactos Ambientales Asociados al Uso y Manejo de Plaguicidas en Dos Sistemas Productivos de Cacao en el Municipio de El Castillo Meta* (Doctoral dissertation, Universidad Santo Tomás). <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16892>
- Salem, B. (2021). Principal Component Analysis (PCA). *La Tunisie Medicale*, 99(4), 383-389. <https://europepmc.org/article/med/35244921>
- Sánchez, J. M. (2022). *Problemática de los Agroquímicos en las plantaciones de Cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022). <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13325>

- Segrelles, J. A. (2008). La ecología y el desarrollo sostenible frente al capitalismo: Una contradicción insuperable. [http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10882/1/Microsoft%20Word%20-%20Art.%20Ecolog%c3%ada%20\\_Brasil\\_.pdf](http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10882/1/Microsoft%20Word%20-%20Art.%20Ecolog%c3%ada%20_Brasil_.pdf)
- Tinoco-Jaramillo, L., Vargas-Tierras, Y., Habibi, N., Caicedo, C., Chanaluisa, A., Paredes-Arcos, F., ... & Vásquez-Castillo, W. (2024). Agroforestry systems of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in the Ecuadorian Amazon. *Forests*, 15(1), 195. <https://www.mdpi.com/1999-4907/15/1/195>
- Torres, A. D. C. J., Castillo-Acaro, E., Jiménez-Jiménez, L., & Pucha-Cofrep, D. (2022). Adaptación de sistemas naturales y sociales al cambio climático en el Ecuador: una revisión. *Bosques Latitud Cero*, 12(1), 54-71. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/1300>
- Valenzuela, J. D., Guevara, F., Galindo, P., & Vicente, P. (2024). Three-Dimensional Analysis of the Impact of Different Concentrations of Glyphosate on the Growth of Cocoa (*Theobroma cacao*). *Applied Sciences*, 14(18), 8180. <https://doi.org/10.3390/app14188180>
- Yallico, G. L. F., Álvarez, L. A. S., Yallico, C. P. F., Cóndor, J. C. C., & Farfán, S. W. U. (2022). Desnutrición hospitalaria de pacientes y estrategias de mejoras de la calidad asistencial en establecimientos de salud: Una revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 9957-9974. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4113>

### **Conflicto de intereses**

El autor indica que esta investigación no tiene conflicto de intereses y, por tanto, acepta las normativas de la publicación en esta revista.

### **Con certificación de:**

